

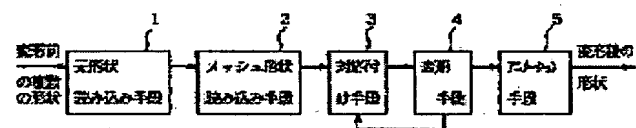
## MORPHING EDITING DEVICE

**Patent number:** JP9073559  
**Publication date:** 1997-03-18  
**Inventor:** YUMOTO ASAKO; SUZUKI KAORI; MASUI TAKAHIRO  
**Applicant:** FUJITSU LTD  
**Classification:**  
**- international:** G06T15/70; G06T17/00; G06T15/70; G06T17/00;  
(IPC1-7): G06T17/00; G06T15/70  
**- european:**  
**Application number:** JP19950229778 19950907  
**Priority number(s):** JP19950229778 19950907

Report a data error here

### Abstract of JP9073559

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily execute the morphing of even shapes different in the numbers of faces and vertexes from each other by providing a coordinating means, a morphing means and a generating means which are respectively specified. **SOLUTION:** An original shape reading means 1 reads plural shapes (original shapes) which become originals for morphing display. Next, a mesh shape reading means 2 reads the shape matched with the original shape from among a planar mesh shape, a curved mesh shape and a 3-dimensional mesh shape. Then the coordinating means 3 respectively coordinates the same mesh shape to the plural original shapes and the morphing means 4 generates respective morphing-applied mesh shapes obtained by morphing the grid point of the mesh shape to the coordinate value of a point coordinated with the original shape. Furthermore an animation means 5 executes arithmetic between these plural morphing-applied mesh shapes being the same number of faces and grid points to generate one new shape. Thus, a single new shape (the morphing-applied shape) is generated at high speed.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-73559

(43)公開日 平成9年(1997)3月18日

(51)Int.Cl.<sup>4</sup>

G 0 6 T 17/00  
15/70

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/62

技術表示箇所

3 5 0 A  
3 4 0 K

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平7-229778

(22)出願日 平成7年(1995)9月7日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72)発明者 湯本 麻子

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72)発明者 鈴木 香緒里

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72)発明者 増井 隆弘

静岡県静岡市伝馬町16番地の3 株式会社  
富士通静岡エンジニアリング内

(74)代理人 弁理士 岡田 守弘

(54)【発明の名称】 モーフィング編集装置

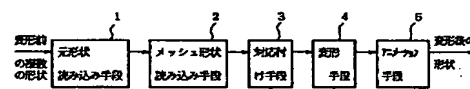
(57)【要約】

【課題】 本発明は、複数の形状を1つの形状に変形するモーフィング編集装置に関し、面数および頂点数が異なる形状同士であっても簡単に形状変形を行えるようにすることを目的とする。

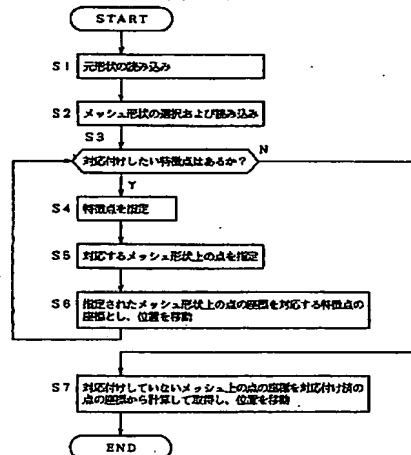
【解決手段】 複数の元形状に対して、同一のメッシュ形状をそれぞれ対応付ける対応付け手段と、メッシュ形状の格子点を、元形状の対応付けた点の座標値に変形した変形後メッシュ形状をそれぞれ生成する変形手段と、これら同一面数および同一格子点数である複数の変形後メッシュ形状間で演算を行って新しい1つの形状を生成する手段とを備えるように構成する。

本発明の変形の形態説明図

(a) ブロック図



(b) フローチャート



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の元形状に対して、同一のメッシュ形状をそれぞれ対応付ける対応付け手段と、

上記メッシュ形状の格子点を、上記元形状の対応付けた点の座標値に変形した変形後メッシュ形状をそれぞれ生成する変形手段と、

これら同一面数および同一格子点数である複数の変形後メッシュ形状間で演算を行って新しい1つの形状を生成する手段とを備えたことを特徴とするモーフィング編集装置。

【請求項2】上記対応付け手段が上記メッシュ形状の格子点と上記元形状の特徴点とを対話的に対応付けることを特徴とする請求項1記載のモーフィング編集装置。

【請求項3】上記メッシュ形状の格子点と上記元形状の特徴点とを対話的に対応付けし、対応付けられなかった格子点について対応付けられた格子点をもとに補間して対応付けることを特徴とする請求項1記載のモーフィング編集装置。

【請求項4】上記対応付け手段および変形手段が上記メッシュ形状の格子点と上記元形状内の基点とを線分で結び、この線分が元形状と交わる交点の座標値を求めてこれを格子点の座標値にし、変形後メッシュ形状を生成することを特徴とする請求項1記載のモーフィング編集装置。

【請求項5】上記メッシュ形状として平面メッシュ形状としたことを特徴とする請求項1ないし請求項4記載のいずれかのモーフィング編集装置。

【請求項6】上記メッシュ形状として曲面メッシュ形状としたことを特徴とする請求項1ないし請求項4記載のいずれかのモーフィング編集装置。

【請求項7】上記メッシュ形状として立体メッシュ形状としたことを特徴とする請求項1ないし請求項4記載のいずれかのモーフィング編集装置。

【請求項8】上記メッシュ形状を予め複数準備し、上記元形状の形状に合わせて選択する手段を備えたことを特徴とする請求項1ないし請求項7記載のいずれかのモーフィング編集装置。

【請求項9】上記メッシュ形状について指定あるいは上記メッシュ形状の格子点を上記元形状に対応付けたときの当該元形状上における距離が閾値以上のときに当該メッシュ形状を分割する手段を備えたことを特徴とする請求項1ないし請求項8記載のいずれかのモーフィング編集装置。

【請求項10】上記メッシュ形状の格子点に濃度球を置き、上記変形後メッシュ形状の格子点に移動された濃度球について隣接する濃度球との間で演算を行うことを特徴とする請求項1ないし請求項9記載のいずれかのモーフィング編集装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の形状を1つの形状に変形するモーフィング編集装置に関するものである。

【0002】ハードウェアの高速化・高機能化に伴い、リアルタイムで3次元CGアニメーションを表示できるようになった。CGアニメーションは、マルチメディア技術の中で重要な技術として注目を浴びており、市場も急速に拡大している。複数のCG物体間の変形表示は、一般にモーフィングと呼ばれ、現実にはあり得ない変形表示を行うことによる超現実感を見る人に与えることができ、CGアニメーションにおける重要技術である。多くは、2次元の画像間の補間をすることにより、形状変形表示を実現している。しかし、3次元形状の変形では、視点を色々な角度に変化させながら形状の変化を見ることができ、高い臨場感が表現できる利点がある。3次元形状変形は、色々なCG物体間の変換を可能することが要求されている。

【0003】

【従来の技術】従来の3次元形状変形アニメーションは、面と各面における頂点の数が同じ2つの形状の間において、図19に示す手順によって形状変形計算を行い、変形した所望の3次元形状を得るようにしていた。

【0004】図19は、従来技術の説明図を示す。図19において、S1は、形状を読み込む。これは、変形前および変形後の面数および頂点数の等しい形状を読み込む。

【0005】S2は、S1で読み込んだ2つの形状のうちの、面をそれぞれ対応付ける。S3は、S2でそれぞれ対応付けた面について、当該面内の各頂点を対応付ける。

【0006】S4は、面および頂点についてそれぞれ1対1に対応付けられた2つの形状について、形状の座標を補間して新しい形状を計算する。以上の手順によって、面数および頂点数が等しい2つの形状について、1対1に対応付けられた間でアニメーション計算（例えば補間計算）を行い、既述したCG物体間の変形表示を行うようにしていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の3次元形状変形アニメーションは、形状の面数および頂点数が等しいもの同士の間で形状変形を行い、所望の形状を得るようにしていたため、面数および頂点数が異なる形状の間では形状変形を行うことができず、対象となる形状に著しい制限を受けるという問題があった。

【0008】本発明は、これらの問題を解決するため、面数および頂点数が異なる形状同士であっても簡単に形状変形を行えるようにすることを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】図1および図2を参照して課題を解決するための手段を説明する。図1および図

2において、対応付け手段3は、複数の元形状に対して、同一のメッシュ形状をそれぞれ対応付けるものである。

【0010】変形手段4は、メッシュ形状の格子点を元形状の対応付けた点の座標値に変形した変形後メッシュ形状を生成するものである。アニメーション手段5は、同一面数および同一格子点数である複数の変形後メッシュ形状間で演算を行って新しい1つの形状を生成するものである。

【0011】次に、動作を説明する。対応付け手段3が複数の元形状に対して同一のメッシュ形状をそれぞれ対応付けし、変形手段4がメッシュ形状の格子点を元形状の対応付けた点の座標値に変形した変形後メッシュ形状をそれぞれ生成し、アニメーション手段5がこれら同一面数および同一格子点数である複数の変形後メッシュ形状間で演算を行って新しい1つの形状を生成するようにしている。

【0012】この際、対応付け手段3がメッシュ形状の格子点と元形状の特徴点とを対話的に対応付けるようにしている。また、対応付け手段3がメッシュ形状の格子点と元形状の特徴点とを対話的に対応付けし、対応付けられなかった格子点について対応付けられた格子点をもとに補間して対応付けるようにしている。

【0013】また、対応付け手段3および変形手段4がメッシュ形状の格子点と元形状内の基点とを線で結び、この線分が元形状と交わる交点の座標値を求めてこれを格子点の座標値にし、変形後メッシュ形状を生成するようにしている。

【0014】また、メッシュ形状として平面メッシュ、曲面メッシュあるいは立体メッシュを使用するようにしている。また、メッシュ形状を予め複数準備し、元形状の形状に合わせて選択するようにしている。

【0015】また、メッシュ形状について指定あるいはメッシュ形状の格子点を元形状に対応付けたときの元形状上における距離が閾値以上のときにメッシュ形状を分割するようにしている。

【0016】また、メッシュ形状の格子点に濃度球を置き、変形後メッシュ形状の格子点に移動された濃度球について隣接する濃度球との間で演算を行うようにしている。従って、面数および頂点数が異なる形状同士であっても簡単に形状変形を行うことが可能となった。

【0017】

【発明の実施の形態】次に、図1から図18を用いて本発明の実施の形態および動作を順次詳細に説明する。

【0018】図1は、本発明の実施の形態説明図を示す。図1の(a)は、ブロック図を示す。図1の(a)において、元形状読み込み手段1は、変形表示するための元となる複数の形状(元形状)を読み込むものである。例えば後述する図2の(A)および(a)の元形状である太線で表す形状1および形状2を読み込むもので

ある。

【0019】メッシュ形状読み込み手段2は、メッシュ形状を読み込むものである。例えば後述する図3、図4および図5に示す平面メッシュ形状、曲面メッシュ形状、あるいは立体メッシュ形状から元形状に合致したものを読み込むものである。

【0020】対応付け手段3は、読み込んだメッシュ形状の格子点と、元形状とを対応付けるものである。変形手段4は、対応付け手段3によって対応づけたメッシュ形状の格子点に対する元形状の点の座標値を求め、この座標値を格子点の座標値にして変形するものである。

【0021】アニメーション手段5は、複数の元形状について同一平面数かつ同一格子点数の変形後メッシュ同士を演算して変形した1つの形状を生成するものである。次に、図1の(b)のフローチャートに示す順序に従い、図1の(a)の実施の形態の動作について、図2を参照して具体的に説明する。

【0022】図1の(b)において、S1は、元形状の読み込みを行う。これは、変形表示を行うために、図2の(A)の太線の形状1、および図2の(a)の太線の形状2を元形状としてそれぞれ読み込む。

【0023】S2は、メッシュ形状の選択および読み込みを行う。これは、同一平面数かつ同一格子点を持つ、例えば図2の(A)の点線の平面メッシュを形状1のため、および図2の(a)の点線の平面メッシュを形状2のためにそれぞれ読み込む。

【0024】S3は、対応付けしたい特徴点があるか判別する。YESの場合には、S4に進む。一方、NOの場合には、S7で対応付けしていないメッシュ上の点の座標を対応付け済の点の座標から計算して取得し、位置を移動する(これにより、メッシュの格子点のうち、元形状に対応付けられていない格子点は、近傍の対応付け済みの格子点の座標値をもとに補間して対応づけられることとなる)。

【0025】S4は、S3のYESで元形状に特徴点があると判明したので、特徴点を会話的に指定する。S5は、対応するメッシュ形状上の点を指定する。

【0026】S6は、指定されたメッシュ形状上の点の座標を対応する特徴点の座標とし、位置を移動する。これにより、指定された元形状上の特徴点の座標値が、指定されたメッシュ形状上の格子点の座標値と設定され、メッシュ上の格子点が元形状上の特徴点に移動したこととなる。そして、S3に戻り、繰り返し、メッシュ形状上の格子点の座標値を求める。ここで、求められなかった格子点の座標値については、上述したようにS7で対応付けられた格子点の座標値をもとに補間して全ての格子点について座標値を求める。これにより、後述する図2の(B)、(b)に示すように、点線のメッシュ形状の格子点の座標値が元形状である形状1、2に合致した座標値を持ち、一致した形状となる。そして、この面数

および格子点数が等しい2つの図2の(B)および図2の(b)の変形後メッシュ形状について、各格子点の座標値について補間し、図2の(C)に示すように1つの変形後の形状を求めることが可能となる。

【0027】以上によって、複数の元形状について同一面数かつ同一格子点数のメッシュ形状の格子点について元形状にそれぞれ対応づけてその座標値を求めおよび補間して座標値を求めて変形後メッシュ形状をそれぞれ生成し、これら変形後メッシュ形状の格子点の座標値間で補間演算を行って1つの変形後の形状を生成することにより、後述する図2の(C)のような1つの形状(モーフィング後の形状)を高速に生成することが可能となる。

【0028】図2は、本発明の具体例説明図を示す。図2の(A)は、元形状1およびメッシュ形状の例を示す。ここで、太線が元形状1であり、点線がメッシュである。

【0029】図2の(A-1)は、図2の(A)のメッシュ上の左上の1/4部分を拡大した拡大図を示す。図2の(B)は、メッシュ形状を元形状である形状1に変形した後の変形メッシュ形状を示す。ここでは、例えば図2の(A-1)に示すメッシュ上の●、○、◎などの\*

$$(M * t + m * (1 - t), N * t + n * (1 - t)) \quad (式1)$$

と求められる。

【0032】ここで、tは、補間率を表す。以上のように、形状1および形状2について同一面数かつ同一格子点数のメッシュ形状を使って変形後メッシュ形状をそれぞれ生成した後、同一面数かつ同一格子点数の2つの変形後メッシュ形状の各格子点の座標値を補間して1つのモーフィング後の形状を簡易に生成することが可能となる。以下順次詳細に説明する。

【0033】図3は、本発明の具体例説明図(その1)を示す。これは、平面メッシュ形状を用いた例を示す。図3の(A)は、対応付け前の平面メッシュ形状と形状とを示す。ここで、点線が平面メッシュ形状を表し、実線が形状を表し、○、△、×などの同一記号が対応する点を表す。

【0034】図3の(B)は、対応づけ、変形後の平面メッシュ形状を示す。これは、図3の(A)の形状上の点の○、△、×などの記号の座標値を、平面メッシュ形状上の同一記号の格子点の座標値として変形した後の平面メッシュ形状である。

【0035】図4は、本発明の具体例説明図(その2)を示す。これは、曲面メッシュ形状を用いた例を示す。図4の(A)は、対応付け前の曲面メッシュ形状と形状とを示す。ここで、点線が曲面メッシュ形状を表し、実線が形状を表す。

【0036】図4の(B)は、対応づけ、変形後の曲面メッシュ形状を示す。これは、図4の(A)の形状上の特徴点の座標値を、曲面メッシュ形状上の対応する格子

\* 合計12個の格子点について、元形状1上の特徴点を会話的に指定、あるいはメッシュ形状の格子点と形状1の内部の基点とを線分で結びこの線分が形状1と交わる交点の座標値を求め、これらメッシュ上の格子点に、対応する形状1の座標値を与えることにより、メッシュ形状が形状1に沿ったものとなる(尚、格子点に形状1の座標値が求まらないものは、求まった座標値をもとに補間して求める)。

【0030】図2の(B-1)は、図2の(A-1)の変形後メッシュ形状の対応する格子点をそれぞれ示す。ここでは、形状1の格子点の座標を(M, N)とする。同様に、形状2について、図2の(a)、(a-1)、(b)、(b-1)に示すように、生成する。

【0031】図2の(C)は、図2の(B)の形状1の変形後メッシュ形状および図2の(b)の形状2の変形後メッシュ形状の各格子点の座標値を補間して生成したモーフィング後の形状を示す。ここで、モーフィング(変形表示)は、図中に示すように、図2の(B)の形状1の変形後メッシュ形状の格子点の座標値を(M, N)とし、図2の(b)の形状2の変形後メッシュ形状の格子点の座標値を(m, n)とすると、

点の座標値として変形した後の曲面メッシュ形状である。

【0037】図5は、本発明の具体例説明図(その3)を示す。これは、立体メッシュ形状を用いた例を示す。図5の(A)は、対応付け前の立体メッシュ形状と形状とを示す。ここで、点線が立体メッシュ形状である球メッシュ形状を表し、実線が形状である円柱を表す。

【0038】図5の(B)は、対応づけ、変形後の球面メッシュ形状を示す。これは、図5の(A)の円柱上の点の○、△、×などの記号の座標値を、球面メッシュ形状上の同一記号の格子点の座標値として変形した後の球面メッシュ形状である。

【0039】図6は、本発明の他の実施の形態説明図を示す。ここで、1、2、3、4、5は、図1の同一番号のものと同一であるので説明を省略する。図6において、メッシュ形状選択手段21は、予め準備したメッシュ形状のうちから、元形状に最も沿った適切な形状のメッシュ形状を選択するものである。メッシュ形状には、既述した平面メッシュ形状、曲面メッシュ形状、立体メッシュ形状(直方体メッシュ形状、球メッシュ形状など)などがある。これらメッシュ形状から、元形状に最も近い形状のメッシュ形状を選択する。選択の方法は、例えばx軸方向、y軸方向、z軸方向の最小値と最大値をそれぞれ求め、これら最大値と最長値の差l、m、nを算出し、これらl、m、nをもとにいずれのメッシュ形状を選択する。例えば

l ≒ m ≒ n のときは球メッシュ形状

$l > m, n$  のときは円筒メッシュ形状

$l \approx m \approx 0.5n$  のときは立方体メッシュ形状  
と選択する。

【0040】以上のように、元形状に最も沿ったメッシュ形状を選択することにより、元形状をより正確に反映した変形後メッシュ形状を生成することが可能となる。図7は、本発明の他の実施の形態説明図を示す。ここで、1、2、3、4、5は、図1の同一番号のものと同一であるので説明を省略する。

【0041】図7において、メッシュ角形選択手段22は、予め準備した多角形メッシュ形状のうちから、元形状に最も沿った適切な多角形メッシュ形状を選択するものである。メッシュ形状には、3角形メッシュ形状、4角形メッシュ形状・・・などがある。これら複数種類の多角形メッシュ形状から、元形状に最も近い多角形のメッシュ形状を選択する。選択の方法は、元形状の多角形に合わせて選択する。

【0042】以上のように、元形状に最も沿った多角形メッシュ形状を選択することにより、元形状をより正確に反映した変形後メッシュ形状を生成することが可能となる。

【0043】図8は、本発明の他の実施の形態説明図を示す。ここで、1、2、3、4、5は、図1の同一番号のものと同一であるので説明を省略する。図8において、メッシュ分割手段23は、変形対象となるメッシュ形状を更に細かな多角形メッシュ形状に分割するものである。この分割は、多角形メッシュ形状の要部、例えば人間の顔における目や鼻の部分进行細かく分割する。また、メッシュ形状の格子点と元形状内の基点とを線分で結び、この線分が元形状に交わる交点の座標値を求め、これら座標値が隣接するものとの距離を求めてこの距離が閾値以上のときに分割する。

【0044】以上のように、多角形メッシュ形状のうち、元形状の要部に当たる部分を更に細かく分割して元形状の特徴が変形後メッシュ形状により正確に反映させたり、更に元形状上で所定距離以内に分割させて元形状が正確に変形後メッシュ形状に反映させたりすることが可能となる。

【0045】図9は、本発明の他の実施の形態説明図を示す。ここで、1、2、3、4、5は図1の同一番号のものと同一であり、21は図6の同一番号のものと同一であるので説明を省略する。

【0046】図9において、メッシュ変換手段24は、元形状に適用する多角形メッシュ形状が異なってしまった場合に等しい多角形メッシュ形状となるように分割するものである。これは、既述した図6、図7、図8などで選択した多角形メッシュ形状が異なる場合あるいは部分的に分割などした場合に、アニメーション手段5がモーフィングする前に同一面数かつ同一格子点数となるように分割数の少ない方などを分割するものである。

【0047】以上のように、複数の形状に適用した多角形メッシュ形状の面数および格子点数が異なった場合や部分的に分割して異なってしまった場合でも分割して同一面数および格子点数の変形後メッシュ形状にすることができ、2つの形状をモーフィングするときに容易に演算処理することが可能となる。

【0048】図10は、本発明の濃度球説明図を示す。この濃度球は、既述したメッシュ形状の格子点に置くものであって、図示のように中心の濃度が濃く、周辺に行くに従って濃度が薄くなる存在密度を表現する球（楕円球）であって、いわゆるメタボールと言われるものである。隣合う濃度球同士が図示のように重なると、それぞれの濃度が加算され、濃度が一定値（閾値）以上になった部分だけが実際にモデルとして描画されるものである。図中の一番下が濃度分布図を表し、真中が濃度球の重ね合わせ時の濃度分布の様子（網掛け部分が実際に表示されるモデル）を表し、一番上が濃度球を表す。濃度球は、ポリゴン（多角形の面）で構成するモデルに比して、滑らかな曲面を表現することが可能となる。

【0049】図11は、本発明の他の実施の形態説明図を示す。ここで、1、3、4、5は、図1の同一番号のものと同一であるので説明を省略する。図11において、メッシュ・濃度球形状読み込み手段25は、既述したメッシュ形状読み込み手段2が読み込んだメッシュ形状に対して、更に格子点に所定の濃度球が付加されたメッシュ・濃度球形状を読み込むものである。

【0050】濃度球パラメータ設定手段26は、予めメッシュ形状の格子点に置かれた濃度球の、濃度を決定するパラメータ（例えば、半径、中心からの濃度減衰率など）を設定・編集するものである。ここでは、メッシュ形状は、濃度球の並びを規定し、その中心位置を特定するものである。実際に形状として描画されるのは、濃度球（濃度球の重なり）である。

【0051】以上のように、メッシュ形状の格子点に濃度球を置き、この濃度球の半径や中心からの濃度減衰率などをパラメータとして設定することにより、モーフィングした後の形状について、より滑らかに表現することが可能となる。

【0052】図12は、本発明の他の実施の動作説明フローチャートを示す。これは、メッシュ形状の格子点の座標値が直接に求められなかった場合に、求められた格子点の座標値から補間して求めるときのものである。

【0053】図12において、S11は、周囲に対応付けした格子点があるか判別する。これは、メッシュ形状の格子点のうち、元形状の対応する座標値が求まっていない格子点について、周囲に対応付けした格子点（元形状の対応する座標値が求まっている格子点）があるか判別する。YESの場合には、S13で発見された対応付け済の格子点の座標値を取得し、S14に進む。一方、NOの場合には、S12でさらに探索範囲を広げて、S

11を繰り返す。

【0054】S14は、取得したデータ数が指定数以上、又は探索範囲が指定領域以上か判別する。YESの場合には、S15に進む。NOの場合には、S11に戻り、繰り返す。

【0055】S15は、算出したい格子点の座標値と、取得したデータの格子点の位置（例、距離）から、補間率を計算する。S16は、全ての取得したデータの座標値に補間率の重み（全補間率の合計を1に正規化して換算し直したもの）を掛けたるものを合算し、新しい座標値とする。

【0056】以上によって、メッシュ形状の格子点のうち、座標値が求まっていないものについて、周囲の座標値が求まっているものから補間によって座標値の求まっていない格子点の座標値を求める。

【0057】図13は、本発明の他の実施の形態説明図を示す。ここで、1、2、4、5は、図1の同一番号のものと同一であるので説明を省略する。図13において、対応付け手段（自動）3は、メッシュ形状の格子点と、元形状との対応づけを自動的に行うものであって、図14に示すように、メッシュ形状の格子点と元形状内の中心点（基点）とを線分で結び、この線分とメッシュ形状とが交わる交点の座標値を求め、この座標値をメッシュ形状の格子点の座標値とするものである。

【0058】以上のように、メッシュ形状の格子点の座標値を自動的に求めることが可能となる。図14は、本発明の他の実施の説明図を示す。ここで、点線は球面メッシュ形状を表し、実線は変形目標の形状（元形状）を表す。これは、メッシュ形状の格子点の座標値を自動的に算出するものであって、図示のように、球面メッシュの格子点p0の座標を中心からのベクトル（ $M \rightarrow p0$ ）を使って、球面メッシュ形状との交点（Q）の座標値を算出することで取得する。判り易く言えば、球面メッシュ形状の格子点の座標値と、元形状の中心Mとを線分で結び、この線分が元形状と交わる交点の座標値を求め、この座標値を球面メッシュ形状の格子点の座標値とする。

【0059】図15は、本発明の他の実施の形態説明図を示す。ここで、1、2、4、5は、図1の同一番号のものと同一であるので説明を省略する。図15において、対応付け手段27は、メッシュ形状の格子点と、元形状との対応づけを自動的に行うものであって、メッシュ形状の格子点と元形状内の中心点（基点）とを線分で結び、この線分とメッシュ形状とが交わる交点の座標値を求め、この座標値をメッシュ形状の格子点の座標値とするものである。

【0060】対応付け指示手段28は、対応付け手段27によって自動的にメッシュ形状の格子点と元形状の点とを対応づけて求めた座標値について、ユーザからの修正指示に対応して修正するものである。

【0061】以上のように、メッシュ形状の格子点の座標値を自動的に求めた後、ユーザからの会話的な修正指示に対応して適切にメッシュ形状の格子点の座標値に修正・編集することが可能となる。

【0062】図16は、本発明の他の実施の形態説明図を示す。ここで、1、2、3、4、5は、図1の同一番号のものと同一であるので説明を省略する。図16において、格子点付随移動手段29は、対応付け済みのメッシュ形状の格子点の移動する際に、周囲の対応付け済みの格子点を付随して移動させるものである。この際、格子点を付随移動させる領域範囲（例えば座標値による範囲設定、格子点の隣接位置による範囲指定など）は、予め設定しておく。毎回ユーザが実際に付随移動するかいなか指定することも可能である。

【0063】図17は、本発明の他の実施の形態説明図を示す。ここで、大文字は対応付け済みを表し、小文字は対応付け前を表す。図17の例①の（イ）は、移動前のメッシュ形状を示す。

【0064】図17の例①の（ロ）は、メッシュ形状の格子点Aを移動した様子を示す。図17の例①の（ハ）は、（ロ）で格子点Aを移動したことに対応して、対応付け前の格子点bを、対応付け済みの格子点Cとの間で等分割した様子を示す。

【0065】図17の例②の（イ）は、移動前のメッシュ形状を示す。図17の例②の（ロ）は、メッシュ形状の格子点Aを移動した様子を示す。図17の例②の（ハ）は、（ロ）で格子点Aを移動したことに対応して、対応付け前の格子点bを、対応付け済みの格子点Cとの間で等分割した様子を示す。

【0066】図18は、本発明の他のメッシュ形状例を示す。ここで、点線は平面メッシュ形状を表し、実線は元形状を表す。元形状の形状に近似した当該元形状が納まる平面メッシュ形状を生成したものである。このように、メッシュ形状は、既述した図3の平面メッシュ形状、図4の曲面メッシュ形状、および図5の立体メッシュ形状に限られることなく、元形状を内包する近似したメッシュ形状を生成するようにしている。そして、元形状に近似したメッシュ形状の格子点について対応する元形状の座標値を求めて当該格子点の座標値と設定することにより、元形状に極めて近似した任意の面数および格子点数を持つ変換後メッシュ形状を生成することが可能となる。

【0067】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、メッシュ形状の格子点を元形状の対応付けた点の座標値に変形した変形後メッシュ形状をそれぞれ生成し、これら同一面数および同一格子点数である複数の変形後メッシュ形状間で演算を行って新しい1つの形状を生成する構成を採用しているため、面数および頂点数（格子点数）が異なる形状同士であっても簡単に形状変形を行う

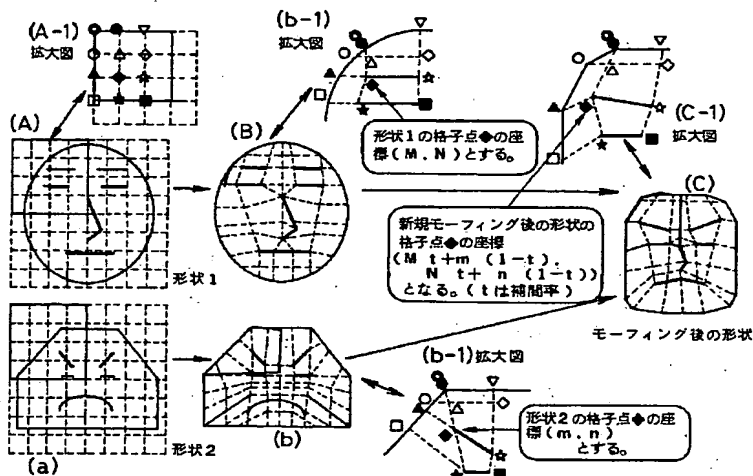
\*【図17】本発明の他の実施の説明図である。  
【図18】本発明の他のメッシュ形状例である。  
【図19】従来技術の説明図である。

【符号の説明】

- 1：元形状読み込み手段
- 2：メッシュ形状読み込み手段
- 21：メッシュ形状選択手段
- 22：メッシュ角形選択手段
- 23：メッシュ分割手段
- 24：メッシュ変換手段
- 25：メッシュ・濃度球形状読み込み手段
- 26：濃度球パラメータ設定手段
- 27：対応付け手段
- 28：対応付け指示手段
- 29：格子点付随移動手段
- 3：対応付け手段
- 4：変形手段
- 5：アニメーション手段

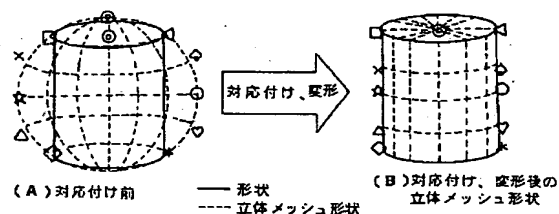
\*

### 本発明の具体例説明図



【図5】

本発明の具体例説明図（その３）

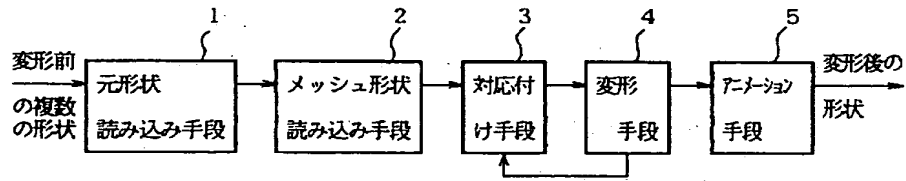




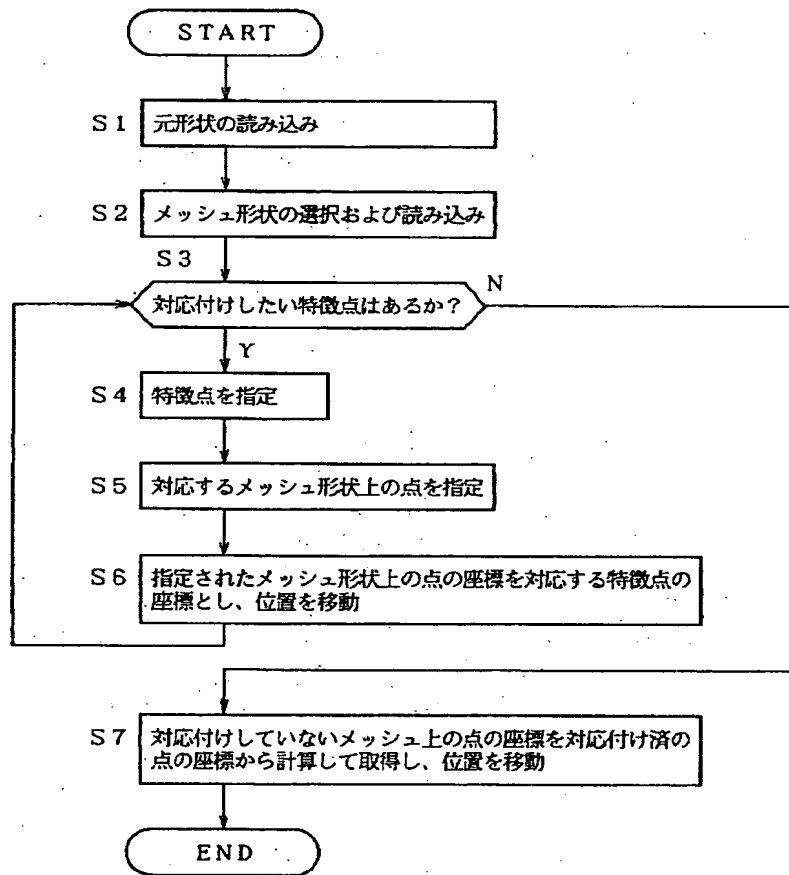
【図1】

## 本発明の実施の形態説明図

(a) ブロック図

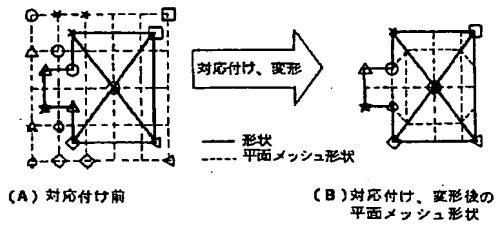


(b) フローチャート



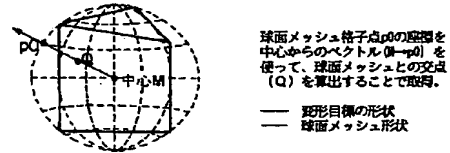
【図3】

本発明の具体例説明図(その1)



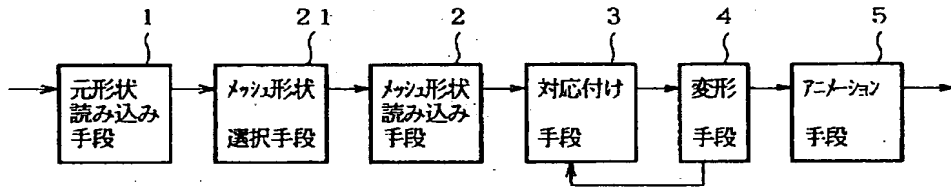
【図14】

本発明の他の実施の説明図



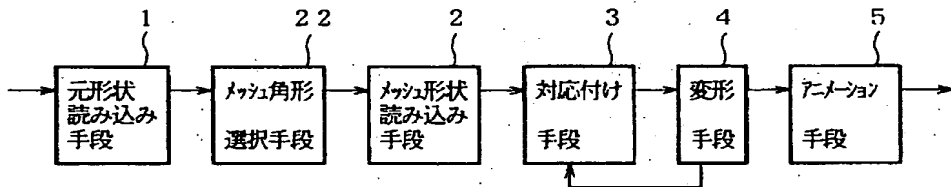
【図6】

本発明の他の実施の形態説明図



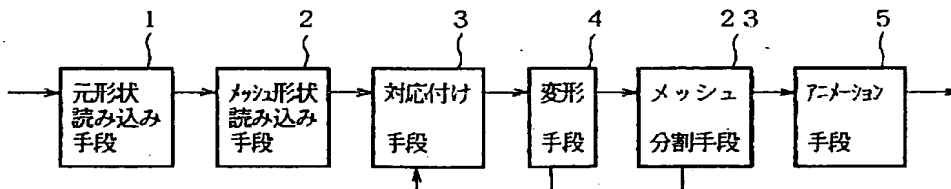
【図7】

本発明の他の実施の形態説明図



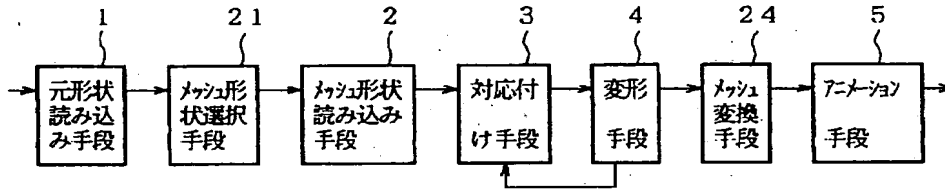
【図8】

本発明の他の実施の形態説明図



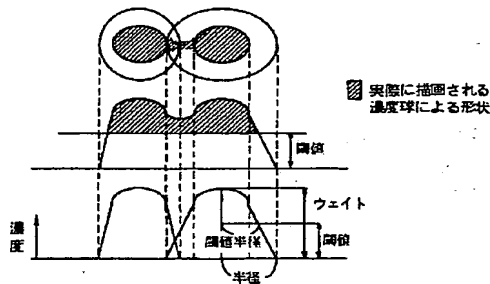
【図9】

## 本発明の他の実施の形態説明図



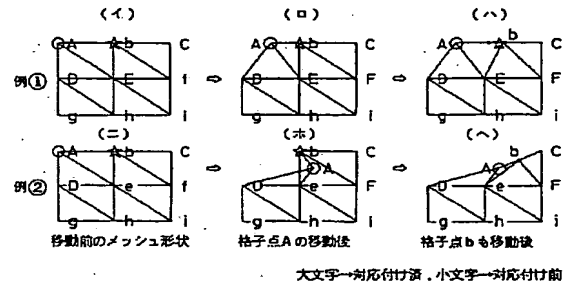
【図10】

## 本発明の濃度球説明図



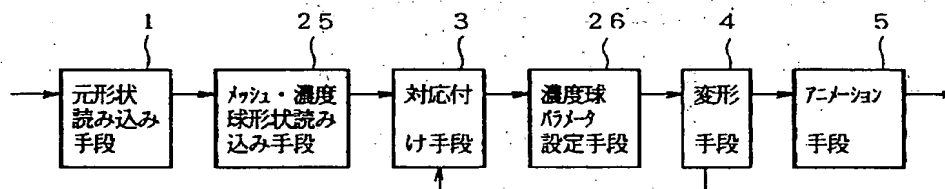
【図17】

## 本発明の他の実施の説明図



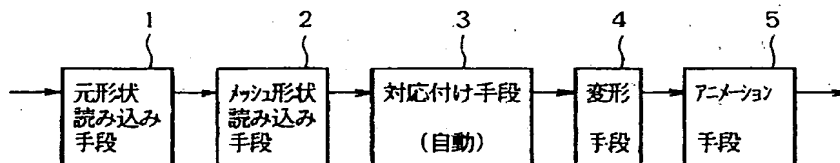
【図11】

## 本発明の他の実施の形態説明図



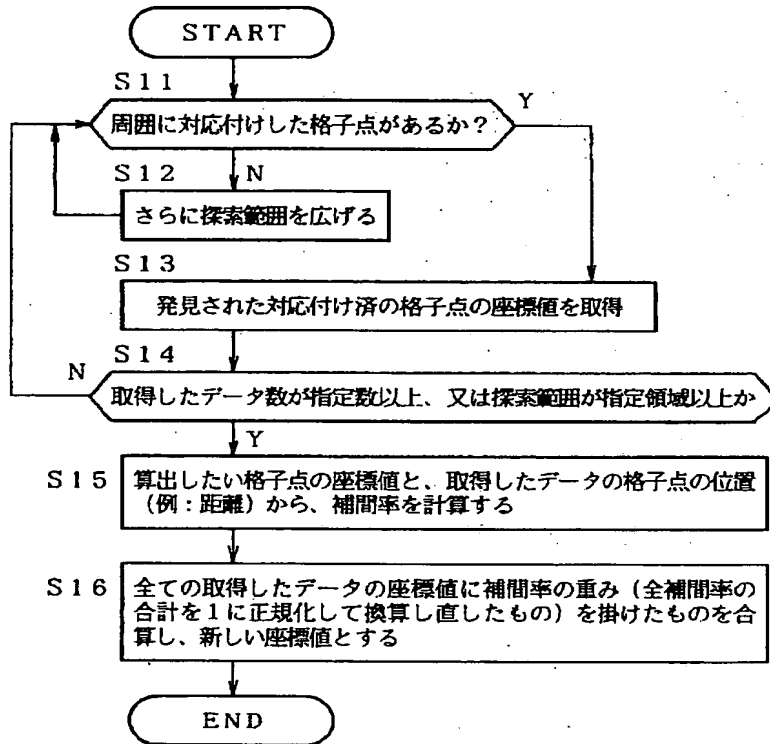
【図13】

## 本発明の他の実施の形態説明図



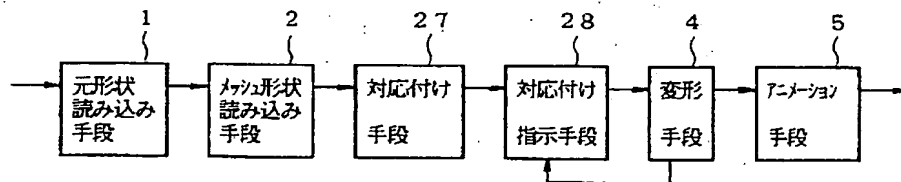
【図12】

本発明の他の実施の動作説明フローチャート



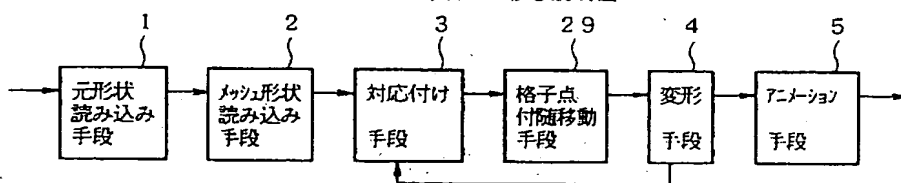
【図15】

本発明の他の実施の形態説明図



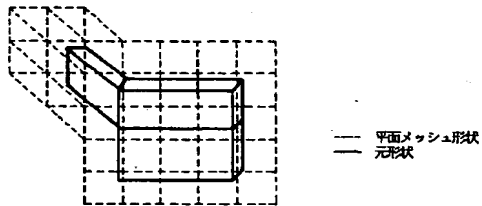
【図16】

本発明の他の実施の形態説明図



【図18】

本発明の他のメッシュ形状例



【図19】

従来技術の説明図

